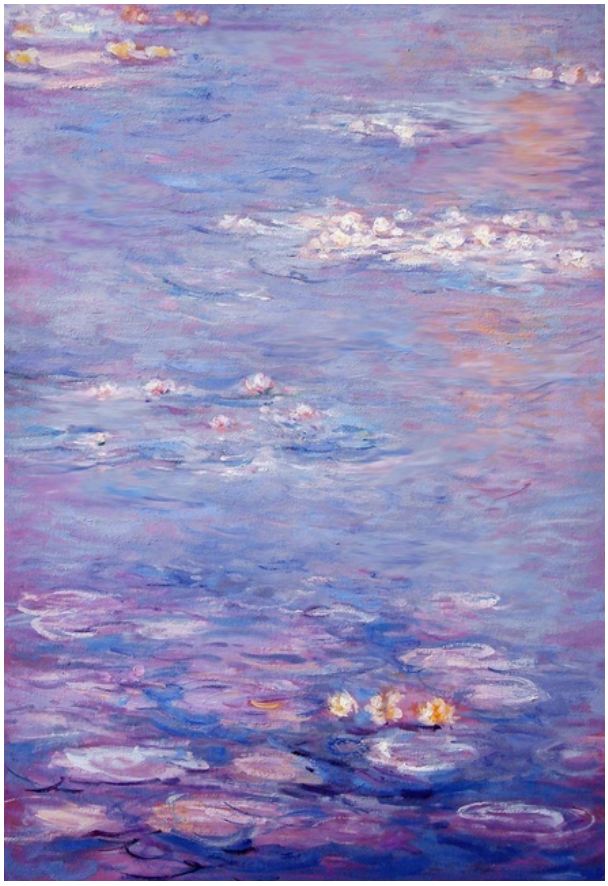
Potentiel de repos

Salut les jeunes, deuxième cours de physiologie que je rédige depuis New York, et oui c'est ça la fast life !

il n'est pas très compliqué et est plutôt axé sur la compréhension de mécanismes physiologiques, il est très utile pour comprendre les autres cours que vont faire mes très bons co-tut (toute la team physio est excellente), n'hésite pas à passer un peu de temps dessus, encore une fois : on n'apprend rien sans comprendre en physio !

n'hésitez pas à me faire des retours sur mes cours si vous voyez des améliorations potentielles @julianprallet sur Facebook ou un truc comme ça jsp je comprends rien a cette application mdrr

On se met en Lau et on y va !



Les Nymphéas, Claude Monet, 1914-1926

On retrouve dans **toutes** les cellules du vivant une **différence de charge** électrique entre **l'interieur** et **l'exterieur** de ces dernières. Ce phénomène, appelé **potentiel de repos**, est a la base de nombreuses fonctions vitales, notamment la communication entre les cellules nerveuses et la contraction musculaire.
Il est important de comprendre ce potentiel car il vous permet de comprendre comment nos cellules restent prêtes à réagir et à transmettre l'information en temps réel

Ce potentiel dépend de 2 choses :

- **l'asymétrie** de composition entre le milieu **intracellulaire** et **extracellulaire**

- la **polarisation** des membranes plasmiques, liée à la présence de **pompes à sodium** (cf mon cours sur le potentiel électrique) sur toutes les cellules ainsi que des **canaux**, assurant des courants de fuite pour le sodium et le potassium

II. Composition ionques des milieux cellulaire et extracellulaire

Important à savoir : Les principaux constituants du milieu extracellulaire : sodium (Na+), potassium (K+) et chlorure (Cl-) ont une **répartition asymétrique** par rapport au cytoplasme.

Différence de potentiel électrique	Côté interne de la membrane (chargé -)	Côté externe de la membrane (chargé +)
Na+	10 mmol/L	144 mmol/L
K+	160 mmol/L	4 mmol/L
Cl-	6 mmol/L	114 mmol/L

On a donc :

-Plus de sodium en **extracellulaire**

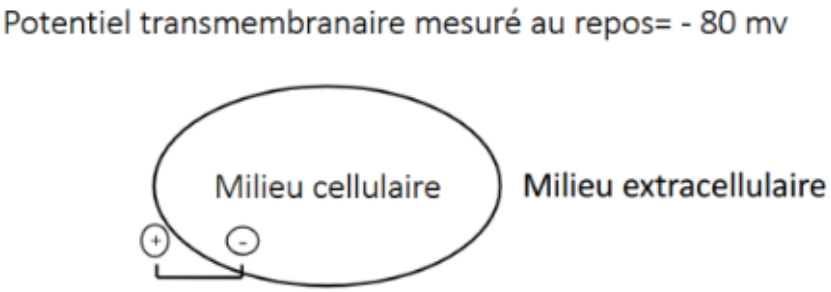
-Plus de potassium en **intracellulaire**

-Plus de chlorure en **extracellulaire**

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction est interdite

III. Polarité électrique de la membrane plasmique

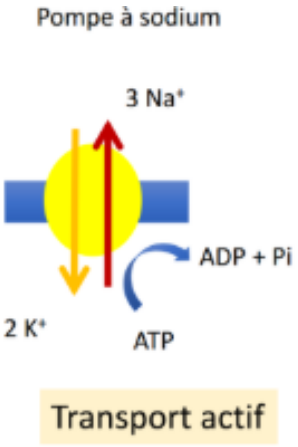
Si on place une **électrode** a l'intérieur d'une cellule et une électrode de **référence à** l'exterieur dans le milieu extracellulaire, on observe un **potentiel transmembranaire de -80 Mv +++ (IMPORTANT)** en moyenne. A savoir que ce potentiel transmembranaire n'est pas **fixe**, il varie d'une cellule à l'autre et est dépendant **du type cellulaire** ++++



Un potentiel transmembranaire de -80mV signifie simplement une **différence** de **potentiel électrique** (= de passage de porteurs de charge, ici les ions) entre deux points de référence A et B, ici les deux feuillets de la membrane plasmique. Le signe – dépendra seulement du **sens** du branchement des électrodes aux bornes du voltmètre. Par **convention** ici on prendra donc la valeur de – 80 mV par rapport au montage utilisé.

IV. Pompe à sodium et courant de fuite

La **pompe à sodium**, aussi appelé Na+/K+ ATPase, assure **l'asymétrie** de répartition du **sodium** et du **potassium** dont nous avons parlé plus tôt, en effet cette pompe possède une **stochiométrie de 3/2 ++++**, c'est à dire qu'elle permet le passage de 3 ions sodium vers **l'extérieur** et de 2 ions potassium vers **l'intérieur** +++ de la cellule à chaque fois qu'elle hydrolyse une molécule d'ATP.



Mémo 3-2-1 Nokia :

- 3 Na+ sortent de la cellule, le o après le N pour out
- 2 K+ entrent dans la cellule, le i après le K pour in
- 1 ATP consommé, le "a" à la fin

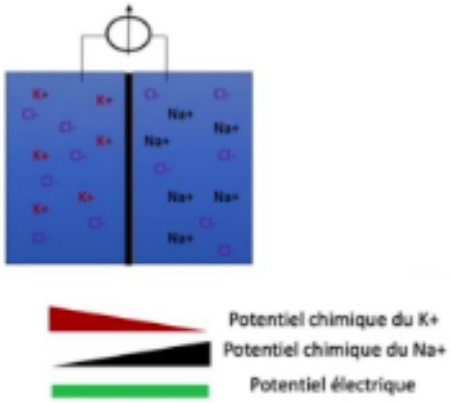
Le tutorat est gratuit. Toute reproduction est interdite

On va considérer 2 compartiments séparés par une **membrane** (qui ici joue le rôle de la membrane plasmique) :

-**Intracellulaire** (= cellulaire) fait de chlorure de potassium (KCl) tel que KCl (s) → K+ (aq) + Cl- (aq)

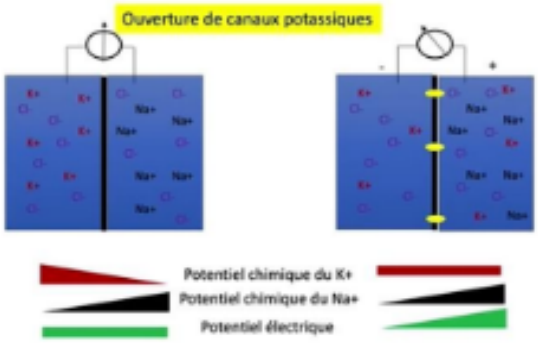
-**Extracellulaire** (= milieu intérieur) fait de chlorure de sodium (NaCl) tel que NaCl (s) → Na+ (aq) + Cl- (aq)

Vous devez comprendre que dans le corps humain on retrouve ces osmoles en version dissoute puisque l'eau est **omniprésente**. Elles sont donc chargées.



Au départ : il n'y a pas de **potentiel électrique**, cependant on peut observer un **potentiel chimique** de même force mais de sens **opposé** pour le sodium et le potassium (les deux triangles)

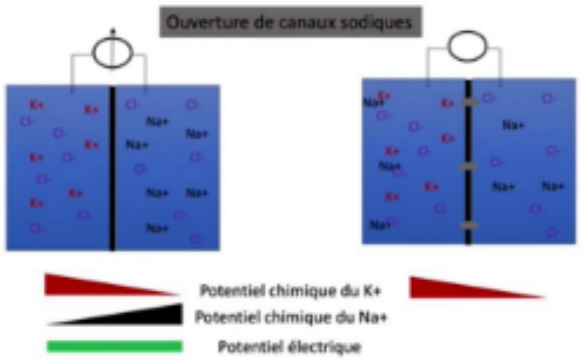
Pourquoi ? Les deux compartiments électro neutres contiennent du Cl- mais le gauche ne présente pas de Na+ tandis que le droit ne présente pas de K+ : on observe alors un **potentiel chimique** et donc une tendance à la **diffusion** pour ces deux osmoles



On ouvre des **canaux potassiques** sur la membrane qui sépare ces deux compartiments, on va observer le passage du potassium selon la règle de la diffusion (selon son potentiel chimique), du compartiment de **gauche** vers le compartiment de **droite** et ainsi le potentiel chimique du sodium ne va pas changer mais le potentiel chimique du potassium va **s'annuler**.

D'autre part, un **potentiel électrique** va apparaître puisqu'il va exister, d'un coup, une répartition **asymétrique** des charges positives (une charge + apparait à droite).

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction est interdite

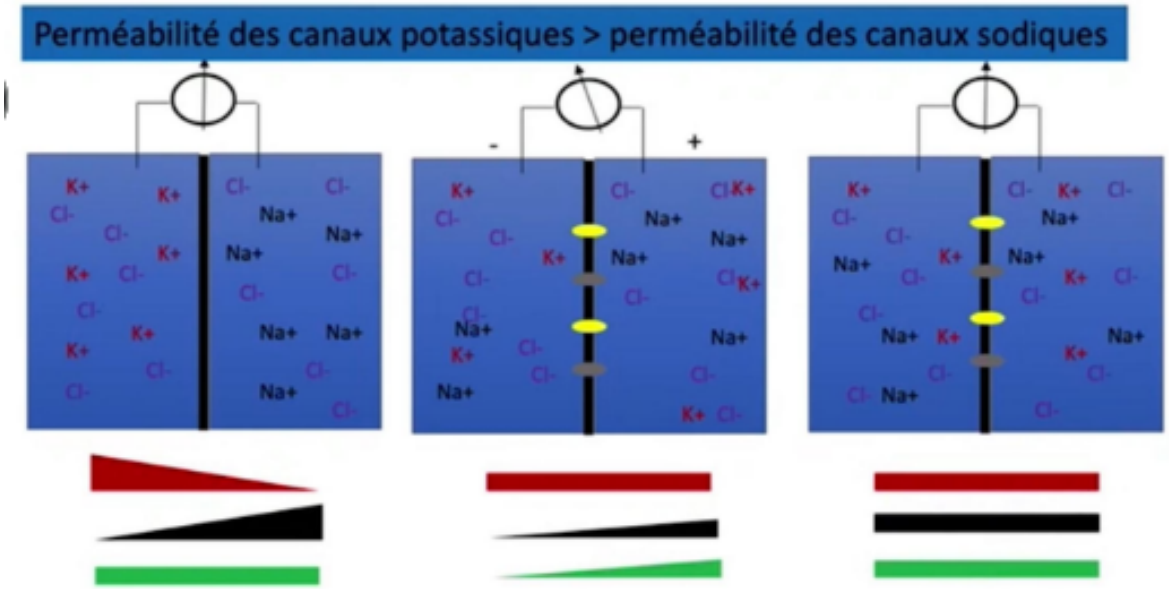


On va faire la même chose avec des **canaux sodiques**, le phénomène **inverse** se produit par rapport à la situation précédente : le sodium **équilibre** sa concentration via **diffusion** entre les deux milieux générant ainsi un potentiel électrique. Il annule son potentiel chimique **sans** modifier le potentiel chimique du potassium.

Ceci étant dit, revenons à la membrane cellulaire. Dans l'organisme, sur la membrane cellulaire, il existe des courants de fuites du potassium et du sodium, ces derniers ayants une **perméabilité différente** ++++++ :

La perméabilité des canaux potassiques est **SUPERIEURE** à celles des canaux sodiques !

En effet, on observera un passage plus abondant de charges de gauche à droite que de droite à gauche, générant ainsi une asymétrie de composition des milieux et un potentiel électrique



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction est interdite

Explication :

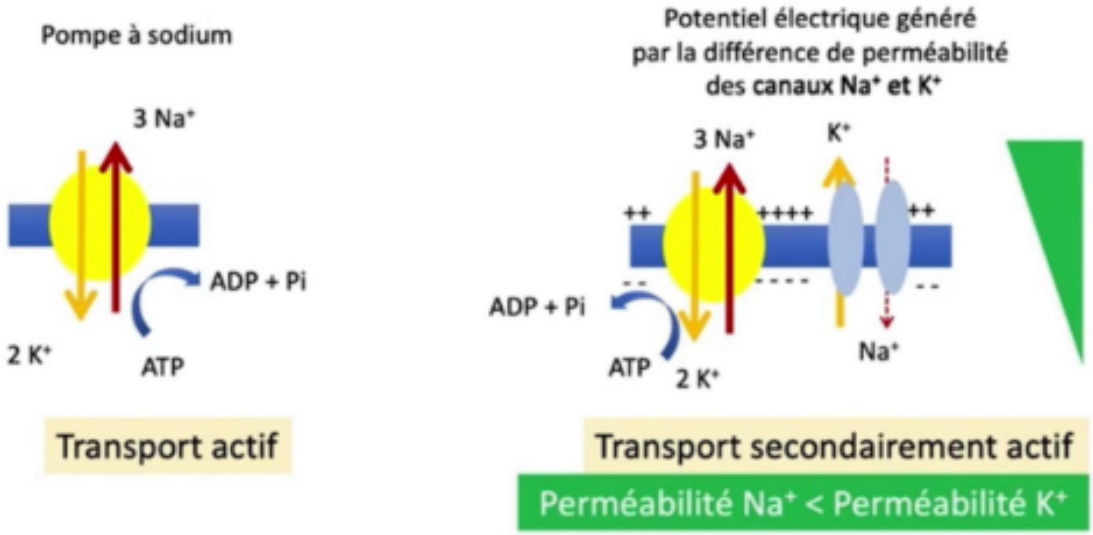
la pompe a sodium Na+/K+ dont on a parlé plus haut fait passer 2 potassium vers **l'intérieur** de la cellule et 3 sodiums vers **l'exterieur**. Ces ions vont alors passer par des **canaux** selon leur **potentiel chimique** : c'est ce qu'on appelle **les courants de fuites** : le potassium va vers **l'extérieur** de la cellule (*car c'est lui qu'on fait rentrer via la pompe*) à travers des **canaux potassiques** et le sodium va vers **l'intérieur** (*car c'est lui qu'on fait sortir via la pompe*) de la cellule à travers **des canaux sodiques**.

Or, les canaux potassiques sont plus **perméables** que les canaux sodiques, c'est-à-dire que les ions potassium vont plus vite vers **l'extérieur** que les ions sodium ne vont vers **l'intérieur**. C'est cela qui a pour effet de créer une **asymétrie** de charges de part et d'autre de la membrane plasmique dans notre organisme.

D'une part, on a 3 sodiums qui passent vers l'extérieur et 2 potassiums vers l'intérieur, et en plus on a plus de potassiums qui retournent vers **l'extérieur** que de sodiums retournent vers **l'intérieur** : le feuillet externe prend une charge positive tandis que le feuillet interne prend une charge négative.

Dans un système inerte, comme c'est le cas sur le schéma d'au-dessus, vous voyez tout à droite que les potentiels disparaissent au bout d'un certain temps puisqu'il s'agit d'une différence de perméabilité donc d'une différence de vitesse de passage ionique.

Cependant, l'organisme n'est pas un système inerte, loin de la ! On y trouve l'activité **permanente** de la pompe à sodium Na+/K+.



Le tutorat est gratuit. Toute reproduction est interdite

Vous devez comprendre que la pompe à sodium **entretient** cette différence de répartition ionique dont on a parlé à la page précedente !

De plus, la présence de canaux sodiques moins perméables que les potassiques génère un **bilan de charge**, un **potentiel électrique**.

Ainsi, les membranes plasmiques se retrouvent polarisées **POSITIVEMENT** sur leur feuillet **extra-cellulaire** et **NEGATIVEMENT** sur le feuillet **intra-cellulaire**.

IMPORTANT → les milieux intra et extra cellulaire sont électriquement **neutres** !! Ce sont juste les **feuillets** de la membrane qui sont chargés.

$$\text{Potentiel d'équilibre du sodium} = -\frac{RT}{zF}\ln\frac{[Na^+]_{intracellulaire}}{[Na^+]_{extracellulaire}} \approx 70\ mv$$

$$\text{Potentiel d'équilibre du potassium} = -\frac{RT}{zF}\ln\frac{[K^+]_{intracellulaire}}{[K^+]_{extracellulaire}} \approx -96\ mv$$

Il est possible de démontrer cette **différence de perméabilité** des canaux grâce a la relation de Nernst (Cf mon cours sur le potentiel électrique). Le potentiel électrique calculé pour le potassium est beaucoup plus **proche** du **potentiel transmembranaire** mesuré (-80mv) que le potentiel calculé pour le sodium : on conclut que les **canaux potassiques** sont beaucoup plus **ouverts** que les **canaux sodiques**.

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction est interdite

Récap +++ :

- La différence de **perméabilité** des canaux sodiques et potassiques crée **le potentiel de repos**
- La pompe à sodium **entretient** le potentiel de repos

Il suffit de la répartition asymétrique d'un ion sur 10^5 d'un coté ou de l'autre de la membrane plasmique pour créer une **différence** de potentiel électrique de 100 mV.

Cette asymétrie **ne modifie pas la pression osmotique** qui n'est pas du tout du même ordre de grandeur (cette différence de 1 vs 10^5 ions ne suffit pas à faire sortir l'eau des cellules, il en faudrait beaucoup plus). Les milieux cellulaires et extracellulaires sont pour cette raison considérés comme **électriquement neutres**. C'est-à-dire que la somme des cations et la somme des anions dans chacun des milieux cellulaires est **nulle**.

Composition ionique des milieux cellulaire et extracellulaire

	Milieu cellulaire	Milieu extracellulaire
Na+	10 mmol/L	144 mmol/L
K+	160 mmol/L	4 mmol/L
Cl-	6 mmol/L	114 mmol/L
Cations	212 meq/L	153 meq/L
Anions	212 meq/L	153 meq/L
Bilan de charges	**nul**	**nul**

Conclusion du prof :

- Le **potentiel de repos dépend** des pompes à sodium et des courants de fuite pour le sodium et le potassium
- La **diffusion** des osmoles à travers une membrane plasmique dépend des potentiels électriques et des potentiels chimiques selon **la relation de Nernst** (PC + PE = 0)
- Vu plus tard : les propriétés électriques des cellules déterminent le **rythme cardiaque** et la **transmission des signaux neuronaux**.

Le tutorat est gratuit. Toute reproduction est interdite